

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 64-061015
(43)Date of publication of application : 08.03.1989

(51)Int. CI. H01G 4/40
H03H 7/01

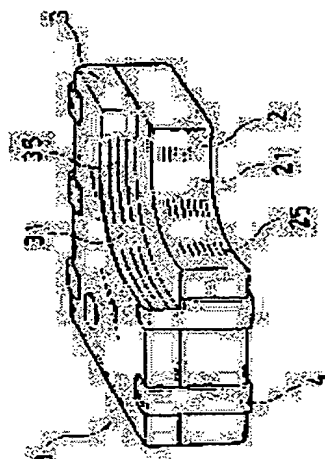
(21)Application number : 62-218854 (71)Applicant : TDK CORP
(22)Date of filing : 01.09.1987 (72)Inventor : KANAGAWA YOUICHI
WATANABE HIDEO
SUZUKI TAKASHI
NOMURA TAKESHI

(54) LC COMPOSITE COMPONENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate the warpage, isolation or cracks of the boundary of a ceramic LC composite component in which capacitor and an inductor are integrated by forming a ceramic dielectric layer of a ceramic dielectric and borosilicate glass.

CONSTITUTION: A capacitor 3 in which a ceramic dielectric layer 31 and an electrode layer are laminated is integrated with an inductor 2 in which a ceramic magnetic layer 21 and an electrode layer are laminated to form a ceramic LC composite component. The layer 31 is formed of a ceramic dielectric and borosilicate glass. The content of the glass is 5W60wt.%. The glass contains 75W90wt.% of silicon oxide and 2W20wt.% of boron oxide. Thus, the warpage, isolation or crack of the boundary of the component is eliminated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-61015

⑬ Int. Cl.⁴H 01 G 4/40
H 03 H 7/01

識別記号

3 2 1

庁内整理番号

7048-5E
Z-7328-5J

⑭ 公開 昭和64年(1989)3月8日

審査請求 未請求 発明の数 4 (全11頁)

⑮ 発明の名称 LC複合部品

⑯ 特 願 昭62-218854

⑰ 出 願 昭62(1987)9月1日

⑱ 発 明 者 神 奈 川 洋 一 東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内
 ⑱ 発 明 者 渡 辺 秀 雄 東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内
 ⑱ 発 明 者 鈴 木 孝 志 東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内
 ⑱ 発 明 者 野 村 武 史 東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内
 ⑲ 出 願 人 ティーディーケイ株式会社 東京都中央区日本橋1丁目13番1号
 ⑳ 代 理 人 弁理士 石井 陽一

明 細 書

1. 発明の名称

LC複合部品

2. 特許請求の範囲

(1) セラミック誘電体層と電極層とを積層したコンデンサ部と、セラミック磁性層と電極層とを積層したインダクタ部とを一体化したセラミックLC複合部品において、

セラミック誘電体層がセラミック誘電体とホウケイ酸ガラスとを含有することを特徴とするLC複合部品。

(2) ホウケイ酸ガラスの含有率が5～80wt%である特許請求の範囲第1項に記載のLC複合部品。

(3) ホウケイ酸ガラスが75～90wt%の酸化ケイ素と8～20wt%の酸化ホウ素とを含有する特許請求の範囲第1項または第2項に記載のLC複合部品。

(4) セラミック誘電体層がチタン酸複合酸化物系である特許請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかに記載のLC複合部品。

(5) セラミック誘電体層の線膨張率とセラミック磁性層の線膨張率との差が $10 \times 10^{-7} \text{ deg}^{-1}$ 以下である特許請求の範囲第1項ないし第4項のいずれかに記載のLC複合部品。

(6) コンデンサ部とインダクタ部とが同時焼成して一体化されている特許請求の範囲第1項ないし第5項のいずれかに記載のLC複合部品。

(7) セラミック誘電体層と電極層とを積層したコンデンサ部と、セラミック磁性層と電極層とを積層したインダクタ部とを一体化したセラミックLC複合部品において、

セラミック誘電体層がセラミック誘電体とホウケイ酸ガラスと酸化ホウ素とを含有することを特徴とするLC複合部品。

(8) 酸化ホウ素の含有量が10wt%以下である特許請求の範囲第7項に記載のLC複合部

品。

(9) ホウケイ酸ガラスの含有率が5~80 wt%である特許請求の範囲第7項または第8項に記載のLC複合部品。

(10) ホウケイ酸ガラスが75~90 wt%の酸化ケイ素と8~20 wt%の酸化ホウ素とを含有する特許請求の範囲第7項ないし第9項のいずれかに記載のLC複合部品。

(11) セラミック誘電体がチタン酸複合酸化物系である特許請求の範囲第7項ないし第10項のいずれかに記載のLC複合部品。

(12) セラミック誘電体層の線膨張率とセラミック磁性層の線膨張率との差が 10×10^{-7} deg⁻¹以下である特許請求の範囲第7項ないし第11項のいずれかに記載のLC複合部品。

(13) コンデンサ部とインダクタ部とが同時焼成して一体化されている特許請求の範囲第7項ないし第12項のいずれかに記載のLC複合部品。

(14) セラミック誘電体層と電極層とを積層

品。

(15) コンデンサ部とインダクタ部とが同時焼成して一体化されている特許請求の範囲第14項ないし第17項のいずれかに記載のLC複合部品。

(16) セラミック誘電体層と電極層とを積層したコンデンサ部と、セラミック磁性層と電極層とを積層したインダクタ部とを一体化したセラミックLC複合部品において、

セラミック誘電体層がセラミック誘電体とホウケイ酸ガラスとを含有し、セラミック磁性層がフェライトとホウケイ酸ガラスとを含有し、さらに、セラミック誘電体層および/またはセラミック磁性層が酸化ホウ素を含有することを特徴とするLC複合部品。

(17) 酸化ホウ素の含有量が10 wt%以下である特許請求の範囲第19項に記載のLC複合部品。

(18) セラミック誘電体層およびセラミック磁性層中のホウケイ酸ガラスの含有率が、それ

したコンデンサ部と、セラミック磁性層と電極層とを積層したインダクタ部とを一体化したセラミックLC複合部品において、

セラミック誘電体層がセラミック誘電体とホウケイ酸ガラスとを含有し、セラミック磁性層がフェライトとホウケイ酸ガラスとを含有することを特徴とするLC複合部品。

(19) セラミック誘電体層およびセラミック磁性層中のホウケイ酸ガラスの含有率が、それぞれ5~80 wt%および15~50 wt%である特許請求の範囲第14項に記載のLC複合部品。

(20) ホウケイ酸ガラスが75~90 wt%の酸化ケイ素と8~20 wt%の酸化ホウ素とを含有する特許請求の範囲第14項または第15項に記載のLC複合部品。

(21) セラミック誘電体層の線膨張率とセラミック磁性層の線膨張率との差が 10×10^{-7} deg⁻¹以下である特許請求の範囲第14項ないし第16項のいずれかに記載のLC複合部

品。それぞれ5~80 wt%および15~50 wt%である特許請求の範囲第19項または第20項に記載のLC複合部品。

(22) ホウケイ酸ガラスが75~90 wt%の酸化ケイ素と8~20 wt%の酸化ホウ素とを含有する特許請求の範囲第19項ないし第21項のいずれかに記載のLC複合部品。

(23) セラミック誘電体層の線膨張率とセラミック磁性層の線膨張率との差が 10×10^{-7} deg⁻¹以下である特許請求の範囲第19項ないし第22項のいずれかに記載のLC複合部品。

(24) コンデンサ部とインダクタ部とが同時焼成して一体化されている特許請求の範囲第19項ないし第23項のいずれかに記載のLC複合部品。

3. 発明の詳細な説明

I 発明の背景

技術分野

本発明は、一つのチップ内にコンデンサ部およびインダクタ部をもつセラミックLC複合部品に関する。

先行技術とその問題点

テレビ、VTRあるいはラジオの入力用等各種高周波回路等において広くフィルターとしてLC回路が用いられている。

LC回路としては、コンパクト化できることおよび製品の堅牢性、信頼性等の点から、それぞれ厚膜技術によって形成されるインダクタ部とコンデンサ部とを同一チップ内に有するセラミックLC複合部品を用いると有利である。

しかし、インダクタ部を構成するフェライト等のセラミック磁性材料とコンデンサ部を構成するBaTiO₃、TiO₂等のセラミック誘

される。

すなわち、第1の発明は、

セラミック誘電体層と電極層とを積層したコンデンサ部と、セラミック磁性層と電極層とを積層したインダクタ部とを一体化したセラミックLC複合部品において、

セラミック誘電体層がセラミック誘電体とホウケイ酸ガラスとを含有することを特徴とするLC複合部品である。

また、第2の発明は、

セラミック誘電体層と電極層とを積層したコンデンサ部と、セラミック磁性層と電極層とを積層したインダクタ部とを一体化したセラミックLC複合部品において、

セラミック誘電体層がセラミック誘電体とホウケイ酸ガラスと酸化ホウ素とを含有することを特徴とするLC複合部品である。

さらに、第3の発明は、

セラミック誘電体層と電極層とを積層したコンデンサ部と、セラミック磁性層と電極層とを

電体との線膨張率の差が大きく、両材料のペーストを積層して同時焼成しようとする、焼成後冷却する際に、両部の界面にクラックが生じ、また両部の収縮率差によって、焼成時にそりや界面での剥離等が生じるため、不良品が多発するという問題がある。

このため、従来は非磁性フェライト等の介在層をインダクタ部とコンデンサ部との間に設けて、クラック等の発生を防止しているが、このときには工程増を招くという欠点がある。

II 発明の目的

本発明の目的は、焼成時、コンデンサ、インダクタ両部の界面に、そり、剥離あるいはクラック等が生じることがなく、両部間に介在層を必要とせず、しかも機械的強度の高いLC複合部品を提供することにある。

III 発明の開示

このような目的は下記の本発明によって達成

積層したインダクタ部とを一体化したセラミックLC複合部品において、

セラミック誘電体層がセラミック誘電体とホウケイ酸ガラスとを含有し、セラミック磁性層がフェライトとホウケイ酸ガラスとを含有することを特徴とするLC複合部品である。

また、第4の発明は、

セラミック誘電体層と電極層とを積層したコンデンサ部と、セラミック磁性層と電極層とを積層したインダクタ部とを一体化したセラミックLC複合部品において、

セラミック誘電体層がセラミック誘電体とホウケイ酸ガラスとを含有し、セラミック磁性層がフェライトとホウケイ酸ガラスとを含有し、さらに、セラミック誘電体層および/またはセラミック磁性層が酸化ホウ素を含有することを特徴とするLC複合部品である。

なお、特開昭58-135133および同58-135177号公報には、インダクタ材料にガラスを添加したチップインダクタが開示さ

れている。

しかし、これらの場合、ガラスの添加はインダクタの収縮率を下げ、焼成後の寸法安定性を高めるためであり、本発明のようにしC複合部品において、コンデンサ部とインダクタ部との線膨張率をほぼ一致させて、両部間のそり、剥離あるいはクラックを防ぐことを目的とするものではない。このためこれら公報に記載のインダクタ材料を用いてしC複合部品を作製しても、コンデンサ部の線膨張率をほぼ一致させることはできない。

IV 発明の具体的構成

以下、本発明の具体的構成について詳細に説明する。

第1図にしC複合部品の実施例を示す。

本発明のしC複合部品1は、インダクタ部2とコンデンサ部3とを一体化したものである。

インダクタ部2は、所定のパターンに形成し

層21にホウケイ酸ガラスを添加し、それぞれのホウケイ酸ガラスの含有量を適当に調節することによって、インダクタ部2の線膨張率とコンデンサ部3の線膨張率とをほぼ一致させ、また、両部の収縮率をほぼ一致させ、焼成時のインダクタ、コンデンサ両部界面でのそり、剥離あるいはクラックの発生を回避するものである。

なお、この第3の発明においては、しC複合部品を構成するコンデンサ部3およびインダクタ部2双方の線膨張率を変化させることができるので、しC複合部品とこれを実装する基板との線膨張率をほぼ一致させることもできる。

本発明において、良好な結果を得るためには、インダクタ部とコンデンサ部との線膨張率の差を、好ましくは $10 \times 10^{-7} \text{deg}^{-1}$ 以下、より好ましくは $5 \times 10^{-7} \text{deg}^{-1}$ 以下とすることが好ましい。

セラミック誘電体層31を構成するセラミック誘電体およびセラミック磁性層21を構成す

た内部導体25を介在させながら、セラミック磁性層21を積層したものである。また、このインダクタ部2に積層一体化されるコンデンサ部3は、内部電極35を介してセラミックの誘電体層31を積層したものである。

第1図に示される例では、インダクタ部2およびコンデンサ部3はそれぞれ複数のしおよびCを有し、これらから所定のしC回路が構成されるように所定の外部電極4を設けている。

第1の発明のしC複合部品1は、コンデンサ部3のセラミック誘電体層31にホウケイ酸ガラスを添加し、その含有量を調節することによって、インダクタ部2の線膨張率とコンデンサ部3の線膨張率とをほぼ一致させ、また、両部の収縮率をほぼ一致させ、焼成時のインダクタ、コンデンサ両部界面でのそり、剥離あるいはクラックの発生を回避するものである。

また、第3の発明のしC複合部品1は、コンデンサ部3のセラミック誘電体層31およびインダクタ部2のフェライト製のセラミック磁性

層にホウケイ酸ガラスを添加すると、コンデンサ部およびインダクタ部の線膨張率は下がる。この場合、この線膨張率はホウケイ酸ガラスの含有量に比例して減少する。

用いるホウケイ酸ガラスとしては、通常のホウケイ酸ガラスの他、アルミナホウケイ酸ガラス、アルカリホウケイ酸ガラス等種々のものが使用可能である。

これらのうち、75~90wt%、より好ましくは80~84wt%の酸化ケイ素(通常SiO₂)と、8~20wt%、より好ましくは14~18wt%の酸化ホウ素(通常B₂O₃)を含有するものが好ましい。この場合、上記の量範囲に対し酸化ケイ素が過剰となり酸化ホウ素が過小となると、焼結性の低下により焼結密度が低くなる。また、酸化ケイ素が過小となり酸化ホウ素が過剰となると線膨張率が過大となる。

さらに、このような組成では内部導体および内部電極に対する悪影響が非常に少なく、内部

導体および内部電極の特性劣化がない。

この他、ホウケイ酸ガラス中には、5wt%以下の酸化アルミニウム（通常 Al_2O_3 ）、5wt%以下のK、Na、Li等の1価の金属 M^1 の酸化物（通常 M_2O ）の1種以上、5wt%以下のBa、Ca、Sr、Zn等の2価の金属 M^2 の酸化物（通常 M^2O ）の1種以上を含有してもよい。

このようなホウケイ酸ガラスは、通常 $15 \times 10^{-7} \sim 50 \times 10^{-7} \text{deg}^{-1}$ の線膨張率をもつものである。

コンデンサ部3のセラミック誘電体層31を構成するセラミック誘電体材質としては種々の誘電材料を用いてよい。

第1の発明では、セラミック誘電体にホウケイ酸ガラスを添加して線膨張率を低下させるため、第1の発明は、セラミック誘電体の線膨張率がセラミック磁性層を構成するフェライトのそれよりも大きい場合に適用される。

このような誘電体としては、チタン酸複合酸

しい。

なお、 TiO_2 系の誘電体層31の線膨張率は $75 \times 10^{-7} \sim 85 \times 10^{-7} \text{deg}^{-1}$ 、収縮率は15～18%程度である。

一方、磁性層21を構成するフェライトは公知のソフトスピネルフェライトのいずれであってもよいが、一般に、Ni、Cu、Mn、Zn、Feのうちの1種以上を含有するものが低温焼成可能なものとして好適に使用される。

このうち、特に高周波用に有効である点では、Niフェライト、Ni-Cuフェライト、Ni-Znフェライト、Ni-Cu-Znフェライト等のNi系フェライトが好適である。

Ni系フェライトの場合、Niの含有量は、NiOに換算して45～55mol%が好ましく、このNiの一部をCuおよび/またはZnが40mol%程度以下置換してもよい。

この他、Co、Mn等が全体の5wt%程度以下含有されていてもよい。さらに、Ca、Si、Bi、V、Pb等が1wt%程度以下含

化物系が好ましい。

チタン酸複合酸化物系としては、 $BaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $MgTiO_3$ 等、あるいはこれらの混合物が好ましいが、これらの他、 TiO_2 との混合物等も用いることができる。

なお、チタン酸複合酸化物系の誘電体層31の線膨張率は $100 \times 10^{-7} \sim 130 \times 10^{-7} \text{deg}^{-1}$ 、収縮率は15～18%程度である。

第3の発明では、セラミック誘電体およびフェライトの双方にホウケイ酸ガラスを添加して両者の線膨張率を低下させることができるため、用いることのできるセラミック誘電体に特に制限はなく、例えば、上記のチタン酸複合酸化物系に加え、 TiO_2 を主成分とする TiO_2 系を用いることができる。

TiO_2 系としてはNiO、CuO、MnO、 CoO 、 Al_2O_3 、 MgO 、 SiO_2 等を、総計10mol%程度以下含有するものが、誘電体損失および線膨張率の変化等の点で好ま

有されていてもよい。

このような特に、Ni系のフェライトの線膨張率は一般に $90 \times 10^{-7} \sim 115 \times 10^{-7} \text{deg}^{-1}$ である。

そして、これらのセラミック誘電体およびフェライトがそれぞれ含有されるセラミック誘電体層およびセラミック磁性層中の前記のホウケイ酸ガラスの含有率は、下記の範囲内とすることが好ましい。

第1の発明では、セラミック誘電体層はホウケイ酸ガラスを5～50wt%、より好ましくは20～40wt%含有することが好ましい。

これによりセラミック誘電体層の線膨張率は $70 \times 10^{-7} \sim 120 \times 10^{-7} \text{deg}^{-1}$ となり、インダクタ部のフェライト製のセラミック磁性層と線膨張率が近似する。

また、収縮率は8～20%程度であり、この値もフェライト製のセラミック磁性層のそれと近似させることができる。

第3の発明では、セラミック誘電体層はホウ

ケイ酸ガラスを5～80wt%含有することが好ましい。さらに詳述するならば、セラミック誘電体がチタン酸複合酸化物系である場合、より好ましくは20～80wt%、また、 TiO_2 系である場合、5～80wt%、より好ましくは5～40wt%とすることが好ましい。

また、セラミック磁性層はホウケイ酸ガラスを15～50wt%含有することが好ましい。

これによりセラミック誘電体層およびセラミック磁性層の線膨張率は共に $60 \times 10^{-7} \sim 95 \times 10^{-7} \text{ deg}^{-1}$ となり、両者の線膨張率を近似させることができる。

また、収縮率はセラミック誘電体層およびセラミック磁性層共に12～22%程度となり、この値も近似させることができる。

この場合、ホウケイ酸ガラスの添加量は、上記範囲未満では実効なく、上記範囲を超えると線膨張率および収縮率の適正な値が得られない他、セラミック誘電体層では誘電率が低くな

定すればよいが、通常は、1～20層とする。一層当りの厚さも目的に応じ適当に選定すればよいが、通常は30～50 μm 程度とする。また、内部導体25は例えばAg、Ag-Pd等の金属から形成し、通常その厚さは10～25 μm 程度とする。

コンデンサ部3の誘電体層31の積層数は目的に応じ定めればよいが、通常は1～10程度とする。一層当りの厚さは通常50～150 μm 程度とする。また、コンデンサ部3の内部電極35は、Ag、Ag-Pd等の金属から形成すればよく、その厚さは、通常5～15 μm 程度とする。

外部電極4は、同様にAg、Ag-Pd等の金属から形成することができ、その厚さは通常50～500 μm 程度とする。

本発明のLC複合部品は、従来公知の印刷法によって製造される。

すなわち、セラミック磁性層、セラミック誘電体層および内部電極、導体のペーストを用意

りすぎ、セラミック磁性層では透磁率が低くなりすぎる等の不都合が生じる。

第2の発明では、セラミック誘電体層31が第1の発明と同様にホウケイ酸ガラスを含有し、さらに、セラミック誘電体層31は酸化ホウ素(通常 B_2O_3)を含有する。

また、第4の発明では、セラミック誘電体層31およびセラミック磁性層21が第3の発明と同様にホウケイ酸ガラスを含有し、さらに、セラミック誘電体層31および/またはセラミック磁性層21が酸化ホウ素を含有する。

これにより焼結性が向上し、機械的強度が向上する。

酸化ホウ素の添加量は、10wt%以下、特に0.1～10wt%、より好ましくは0.5～10wt%であることが好ましい。

これは酸化ホウ素の添加量が10wt%をこえると耐湿性の点で不十分となり、保存性、耐久性に欠けるからである。

なお、磁性層21の積層数は目的に応じて選

し、これらを印刷法により例えばPET等の基板上に一層ごとに積層していくものである。

セラミック誘電体層ペーストは、次のようにして作製する。

セラミック誘電体層にホウケイ酸ガラスが含有される場合、所定量の $SrTiO_3$ 、 $BaTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 等のセラミック誘電体またはその原料粉末と前記のホウケイ酸ガラスの所定量とをボールミル等により湿式混合する。

こうして湿式混合したものを、通常スプレードライヤーにより乾燥し、その後仮焼する。これを通常は、ボールミル等で粉体粒径0.01～0.1 μm 程度の粒径となるまで湿式粉碎し、スプレードライヤーにより乾燥する。

セラミック誘電体層に酸化ホウ素が含有される場合、得られた混合セラミック誘電体粉末に酸化ホウ素粉末を加え、これをエチルセルロース等のバインダーとテルビオネール、ブチルカ

ルビトール等の溶剤中に溶かしてペーストとする。

なお、前記ではガラスとセラミック誘電体原料との混合セラミック誘電体粉末に酸化ホウ素粉末を加えたものを用いてペースト化し、これを焼成することによって混合セラミック誘電体粉末と酸化ホウ素との混合層を得ているが、ガラス粉末および酸化ホウ素粉末を別途ペースト化する際に添加してもよい。

また、用いる各粉末の粒径は0.1~10 μ m程度とする。

インダクタ部2のセラミック磁性層21も、セラミック誘電体層31と同様にして形成すればよい。

この場合には、通常上記と同等の粒径のフェライト原料を用いてペースト化する。

また、内部電極35、インダクタ部2の内部導体25および外部電極4のペーストも同種のバインダー、溶剤を用いて作製すればよい。

これら各ペーストを用い、印刷法によりコン

また、セラミック誘電体層に添加したホウケイ酸系ガラスは、焼結助剤として作用し焼成温度を低くすることができる。

さらに、セラミック磁性層に添加したホウケイ酸ガラスと酸化ホウ素は、磁気的にはギャップとして働き、透磁率を下げ、インダクタの使用可能領域を高周波側に拡大し、従って本発明のLC複合部品は従来のものに比較しより高い周波数まで使用可能となる。

さらに、内部導体および内部電極に対する悪影響もない。

従って、テレビの入力回路等各種フィルター等に有用なLC複合部品が実現する。

VI 発明の具体的実施例

以下、本発明の具体的実施例を挙げて、本発明をさらに詳細に説明する。

[実施例]

(セラミック誘電体層サンプルの作製)

BaTiO₃に全体の0~80wt%となる

デンサ部、インダクタ部とを積層して形成した後、所定形状に切断し基板から積層品を剝離して950℃以下、例えば850~930℃で焼成する。焼成時間は0.5~4時間とする。

焼成後、Agペーストを焼きつけて外部電極とする。

なお、このようにして製造されるLC複合部品の大きさ等は、目的に応じ選定すればよい。

V 発明の具体的作用効果

本発明のLC複合部品は、インダクタ部とコンデンサ部との線膨張率をほぼ等しくできる。

しかも、焼成による両者の収縮率をほぼ等しくできる。このため、焼成時に、そり、割離が発生することはない、また、冷却時に両部界面にクラックが発生することもない。

そして、焼結性、焼結密度が向上し機械的強度が向上する。

ようにホウケイ酸ガラスを添加することによって、LC複合部品のセラミック誘電体層用ペーストを作製した。

用いたBaTiO₃は、粒径0.1~1.0 μ m程度であった。

このBaTiO₃と、平均粒径5.0 μ m、SiO₂ 82.0wt%、B₂O₃ 16.0wt%、Al₂O₃ 0.3wt%、K₂O 1.7wt%の組成のホウケイ酸ガラスの粉末とを、ボールミルを用いて湿式混合した。

次いで、この湿式混合物をスプレードライヤーにより乾燥し、750℃にて仮焼し、顆粒とし、これをボールミルにて粉砕したのちスプレードライヤーで乾燥し、平均粒径0.1 μ mの粉体とした。

得られた粉体を、所定量のエチルセルロースとともにテルビオネール中に溶解し、ヘンシェルミキサーで混合しコンデンサ部セラミック誘電体層のペーストを作製した。

このペーストを印刷法にてPET基板上に

印刷積層し、次いで基板から積層品を剥離して870℃で2時間焼成し、3.0×3.0×15.0mmの棒状のサンプルを得た(サンプルNo. 1~9)。

また、TiO₂が91wt%、NiO、CuO、Mn₂O₄が各3wt%の組成で、平均粒径0.1~1.0μmの粉体を用い、上記のペーストと同様のバインダーと溶剤を用いて、上記と同様のホウケイ酸ガラスを0~50wt%含有するセラミック誘電体層を作製した(サンプルNo. 10~15)。

また、上記のホウケイ酸ガラスに加え、B₂O₃を添加したサンプルを作製した(サンプルNo. 21~32)。

また、これらの誘電体層ペーストを用いて、Cが1つの4532タイプの層間100μm、1層コンデンサを作製し、耐電圧試験を行なった結果を表1に示す。

(セラミック磁性層サンプルの作製)

Ni系フェライトに全体の0.30、50

ミキサーで混合しインダクタ部セラミック磁性層のペーストを作製した。

このペーストを印刷法にてPET基板上に印刷し、次いで基板から積層品を剥離して870℃で2時間焼成し、3.0×3.0×15.0mmの棒状のサンプルを得た(サンプルNo. 101~105)。

なお、サンプルNo. 101では、粉体の粒径を0.2μmとした。

また、上記のホウケイ酸ガラスに加え、B₂O₃2wt%をセラミック磁性層に添加したサンプルを作製した(サンプルNo. 106、107)。

得られたサンプルの線膨張率および収縮率を下記表1に示す。なお、表1には、セラミック誘電体層中に下記の比較ガラスを含有した場合の結果も併記する。

(サンプルNo. 16)

比較ガラスI(高ケイ酸ガラス)

95wt%SiO₂ - 5wt%Na₂O

wt%となるようにホウケイ酸ガラスを添加することによって、本発明のLC複合部品の磁性層用ペーストを作製した。

用いたNi系フェライト原料は、粒径0.1~1.0μm程度のNiO、CoO、CuO、ZnOおよびFe₂O₃の粉体で、表中に示される組成となるように配合した。

このフェライト原料と、平均粒径5.0μm、SiO₂82.0wt%、B₂O₃18.0wt%、Al₂O₃0.3wt%、K₂O1.7wt%の組成のホウケイ酸ガラスの粉末とを、ボールミルを用いて湿式混合した。

次いで、この湿式混合物をスプレードライヤーにより乾燥し、800℃にて仮焼し、顆粒とし、これをボールミルにて粉砕したのちスプレードライヤーで乾燥し、平均粒径0.1μmの粉体とした。

得られた粉体を所定量のエチルセルロースとともにテルビオネール中に溶解し、ヘンシェル

(サンプルNo. 17)

比較ガラスII(鉛ガラス)

42wt%SiO₂ - 52wt%PbO - 5.5wt%Al₂O₃ - 0.5wt%B₂O₃

(サンプルNo. 18)

比較ガラスIII(ホウケイ酸ガラス)

70wt%SiO₂ - 25.0wt%B₂O₃ 5wt%Na₂O

表 1 (その1)

サンプル No.	ガラス	含有 B ₂ O ₃ (wt%)	含有量 (wt%)	線膨張率 ($\times 10^{-7}/\text{deg}^{-1}$)	収縮率 (%)
(試電体層)					
(BaTiO ₃)					
1	なし	0	0	130	0.5
2	ホウケイ酸ガラス	10	0	120	7.8
3	ホウケイ酸ガラス	20	0	110	12.8
4	ホウケイ酸ガラス	30	0	100	14.9
5	ホウケイ酸ガラス	40	0	89	15.5
6	ホウケイ酸ガラス	50	0	78	16.7
7	ホウケイ酸ガラス	60	0	67	17.3
8	ホウケイ酸ガラス	70	0	56	18.0
9	ホウケイ酸ガラス	80	0	46	18.9
(TiO ₂ 系)					
10	なし	0	0	85	16.0
11	ホウケイ酸ガラス	10	0	78	16.5
12	ホウケイ酸ガラス	20	0	73	17.9
13	ホウケイ酸ガラス	30	0	69	19.3
14	ホウケイ酸ガラス	40	0	62	20.7
15	ホウケイ酸ガラス	50	0	54	22.4
(BaTiO ₃)					
16	比較ガラスI	15	0	103	2.3
17	比較ガラスII	40	0	108	17.0
18	比較ガラスIII	40	0	105	16.4

31.

表 1 (その2)

サンプル No.	ガラス	含有 B ₂ O ₃ (wt%)	含有量 (wt%)	線膨張率 ($\times 10^{-7}/\text{deg}^{-1}$)	収縮率 (%)	耐電圧 (KV)
(試電体層)						
(BaTiO ₃)						
21	ホウケイ酸ガラス	30	1	102	16.9	5.1
22	ホウケイ酸ガラス	30	2	103	17.3	5.2
23	ホウケイ酸ガラス	30	4	103	17.5	4.9
24	ホウケイ酸ガラス	30	6	105	17.9	4.4
25	ホウケイ酸ガラス	30	8	106	18.3	3.2
26	ホウケイ酸ガラス	30	10	107	18.5	2.0
27	ホウケイ酸ガラス	30	12	110	18.7	1.8
28	ホウケイ酸ガラス	30	15	113	19.0	0.7
29	ホウケイ酸ガラス	60	2	68	19.3	4.8
30	ホウケイ酸ガラス	60	15	70	21.4	0.5
(TiO ₂ 系)						
31	ホウケイ酸ガラス	30	2	71	20.4	4.8
32	ホウケイ酸ガラス	40	2	65	21.3	4.3

表 1 (その3)

サンプル No.	ガラス	含有 B ₂ O ₃ (wt%)	含有量 (wt%)	線膨張率 ($\times 10^{-7}/\text{deg}^{-1}$)	収縮率 (%)
磁性層					
101	なし	0	0	115	15.0
Mn _{0.4} Cu _{0.6} Fe ₂ O ₄	なし	0	0	115	16.5
102	なし	0	0	115	16.5
Mn _{0.4} Cu _{0.6} Fe ₂ O ₄	なし	0	0	115	16.5
103	なし	0	0	115	17.0
Mn _{0.4} Cu _{0.6} Fe ₂ O ₄	なし	0	0	115	17.0
104	ホウケイ酸 ガラス	30	0	83	14.5
Mn _{0.4} Cu _{0.6} Fe ₂ O ₄	ホウケイ酸 ガラス	30	0	83	14.5
105	ホウケイ酸 ガラス	50	0	67	17.6
Mn _{0.4} Cu _{0.6} Fe ₂ O ₄	ホウケイ酸 ガラス	50	0	67	17.6
106	ホウケイ酸 ガラス	30	2	85	16.8
Mn _{0.4} Cu _{0.6} Fe ₂ O ₄	ホウケイ酸 ガラス	30	2	85	16.8
107	ホウケイ酸 ガラス	60	2	89	20.9
Mn _{0.4} Cu _{0.6} Fe ₂ O ₄	ホウケイ酸 ガラス	60	2	89	20.9

表1に示される結果から、セラミック誘電体層またはセラミック誘電体層およびセラミック磁性層にホウケイ酸ガラスを含有させることにより、セラミック誘電体層とセラミック磁性層との線膨張率および収縮率をほぼ一致させ得ることがわかる。

また、セラミック誘電体層あるいはセラミック磁性層にB₂O₃を添加することにより、収縮率が増加し、機械的強度が増加することがわかる。ただし、B₂O₃含有量が10wt%を超えると、耐電圧の著しい低下が生じた。

次に、上記のように作製したセラミック誘電体層用ペーストとセラミック磁性層用ペーストを用いて、これらと内部電極および導体用のAgペーストとを印刷法により積層した。

なお、セラミック誘電体層用ペーストとセラミック磁性層用ペーストとの組合わせを、下記表2に示す。

インダクタ部一層当りの厚さは40μm、積層数は10、コンデンサ部一層当りの厚さは

100 μ m、積層数は2とした。また、内部電極および導体の厚さは20 μ mとした。印刷積層後、870℃、2時間、焼成を行なった。

その後、徐冷して4つのLと3つのCを有する100MHz以上のハイパスフィルター回路の4.5mm \times 3.2mm \times 1.5mmのLC複合部品を得た(サンプルNo. 1~9)。

下記表2に、各サンプルのサンプル100個中のそり、剝離およびクラックの発生個数あるいは、導通不良サンプルの発生個数を不良品個数として示す。

また、各サンプルの抗折強度を表2に併記する。

LC複合部品 サンプル No.	誘電体層 サンプル No.	磁性層 サンプル No.	不良個数 (個/ 100個)	抗折強度 (Kgf/ mm ²)
1	1	101	100 (剝離)	—
2	4	101	35 (クラック)	4.3
3	4	103	0	6.5
4	18	103	85 (導通不良)	7.5
5	25	103	0	11.9
6	28	103	8 (導通不良)	12.3
7	29	107	0	10.9
8	31	107	0	11.3
9	30	105	13 (導通不良)	11.8

LC複合部品サンプルNo. 3~9のコンデンサ、インダクタ両部界面には、そり、剝離あるいはクラックの発生等は一切認められなかった。また、サンプルNo. 3、5、7、8では内部導体の特性劣化も生じなかった。

さらに、サンプルNo. 5、7~9では、使用周波帯域がガラス無添加のものに比較して、500MHz程度高周波側に伸びた。

これに対し、サンプルNo. 1、2、4、6、9では、そり、剝離、クラックの発生または電極の特性劣化が生じた。

さらに、セラミック誘電体層に上記比較ガラスIを添加したサンプルNo. 16では、高い収縮率が得られないため剝離が発生した。

また、比較ガラスIIを添加したサンプルNo. 17を用いた場合、内部電極の消失が生じた。

以上の結果から、本発明の効果は明らかである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の実施例を一部切欠いて示す斜視図である。

符号の説明

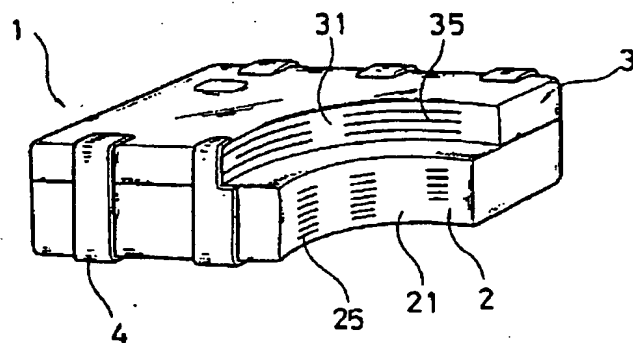
- 1…LC複合部品、
- 2…インダクタ部、
- 3…コンデンサ部、
- 4…外部電極、
- 21…セラミック磁性層、
- 25…内部導体、
- 31…セラミック誘電体層、
- 35…内部電極

特許出願人 ティーディーケイ株式会社

代理人 弁理士 石 井 陽



FIG. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.